

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-282501  
(43)Date of publication of application : 10.10.2000

(51)Int.CI. E02D 31/08  
E02D 27/34

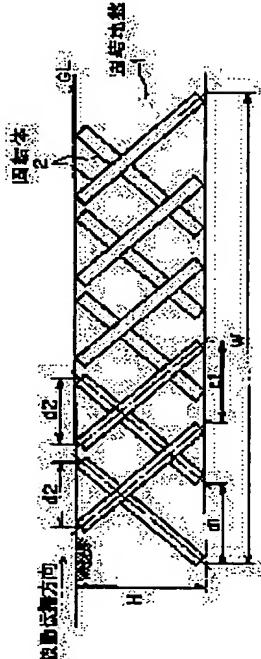
(21)Application number : 11-129022 (71)Applicant : TAKEMIYA HIROKAZU  
AISAWA CONSTRUCTION CO LTD  
IWAMI KAIHATSU KK  
(22)Date of filing : 31.03.1999 (72)Inventor : TAKEMIYA HIROKAZU  
NARUSE RYUICHIRO  
HASHIMOTO MITSUNORI

## (54) SOLIDIFIED GROUND FOR DAMPING AND PREVENTING LIQUEFACTION

### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a damping effect even for the vibration of a zone of lower frequency than 5 Hz.

SOLUTION: This solidifying method of a ground is to prepare a solidified ground 1 with a higher strength than the peripheral ground in the ground under a foundation structure or in the peripheral ground or in the inside thereof. A columnar solidified body 2 constituting the solidified ground 1 is connected to adjacent solidified bodies 2 to cross each other and form an X-shape. An improvement range in the wave propagation direction:  $W \geq (1/2)\lambda$ , or  $W \geq a$  distance from the ground surface to a bearing stratum, a distance of the solidified body 2 in the wave propagation direction:  $d1 \leq (1/2)\lambda$  and  $d2 \leq (1/4)\lambda$ , a depth range in the improvement:  $H \geq (1/2-1/3)\lambda$ , or a distance to reach the bearing stratum. herein,  $\lambda$  is Reyleigh wave length. Since a suppression effect of vibration for a low frequency zone is large and a restraint effect against the propagation of vibration from the depth in the ground is large, the applicable range is wide, because it is applicable for not only a vibrating source on the ground surface but also a measure against liquefaction caused by an earthquake and further, a vibration source in the pile foundation structure.



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-282501

(P2000-282501A)

(43)公開日 平成12年10月10日 (2000.10.10)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

E 02 D 31/08  
27/34

識別記号

F I

E 02 D 31/08  
27/34

テーマコード(参考)

2 D 0 4 6  
Z

審査請求 未請求 請求項の数2 書面 (全6頁)

(21)出願番号 特願平11-129022

(22)出願日 平成11年3月31日 (1999.3.31)

(71)出願人 593133958

竹宮 宏和

岡山県岡山市津島本町15番23号

(71)出願人 591041727

アイサワ工業株式会社

岡山県岡山市表町一丁目5番1号

(71)出願人 394006059

岩水開発株式会社

岡山県岡山市福吉町18番18号

(72)発明者 竹宮 宏和

岡山県岡山市津島本町15番23号

(74)代理人 100080643

弁理士 山上 正晴

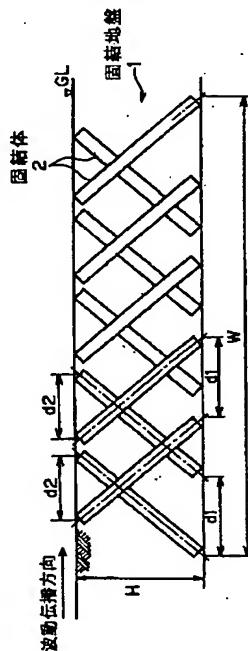
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 制振及び液状化防止のための固結地盤

(57)【要約】

【課題】 5 Hz未満の低振動数帯域の振動に対しても制振効果を得る。

【解決手段】 基礎構造物の下方や周囲の地中、その内部に、周辺地盤より高強度の固結地盤1を造成する地盤固結工法で、固結地盤を構成する柱状の固結体2は隣り合う固結体とX状に交差させて連結する。そして波動伝播方向の改良範囲:  $W \geq (1/2) \lambda$ 、又は  $W \geq$  地表面から支持層までの距離、固結体の波動伝播方向間隔:  $d_1 \leq (1/2) \lambda$ かつ  $d_2 \leq (1/4) \lambda$ 、改良の深さ方向範囲:  $H \geq (1/2 \sim 1/3) \lambda$ 、又は固結体が支持層に達するまでとする。但し  $\lambda$  はレイリー波長である。低振動数帯域の抑制効果が高く、地中深部からの振動伝播に対する効果も高いことから、地表面加震源だけでなく、地震等による液状化対策、杭基礎構造物を加震源とする振動源への適用など適用範囲が広い。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 振動を発する又は振動を受ける基礎構造物の下方の地中、或いは基礎構造物の周囲の地中、若しくは基礎構造物の内部に、周辺地盤より高強度の固結地盤を造成する地盤固結工法に於いて、固結地盤1を構成する柱状の固結体2は隣り合う固結体とX状に交差して連結されて連続させ、入をレイリー波長、d1を同方向に配置された隣同志の固結体の下端の間隔、d2を交差する固結体の上端の間隔とすると、

波動伝播方向の改良範囲:  $W \geq (1/2) \lambda$ 、又は  $W \geq$  10 地表面から支持層までの距離

固結体の波動伝播方向間隔:  $d1 \leq (1/2) \lambda$  かつ  $d2 \leq (1/4) \lambda$

改良の深さ方向範囲:  $H \geq (1/2 \sim 1/3) \lambda$ 、又は固結体が支持層3に達するまである制振及び液状化防止のための固結地盤。

【請求項2】 固結体は、剛性の高い心材が設置されている請求項1の制振及び液状化防止のための固結地盤。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、例えばプレス機等を設置した基礎構造物や鉄道構造物などの周辺の地表面への振動伝播、及び振動の伝播による、基礎構造物に設置された建物等の構造物の振動を抑制し、地盤の液状化を防止するための固結地盤に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、機械振動や交通振動によって構造物周辺への振動障害が多発しており、振動障害を防ぐ対策が強く望まれている。とくに軟弱地盤上の杭基礎の場合、振動が軟弱層内へ伝播されてその周辺の地表面への影響が大きく、又表層地盤の卓越振動が誘発されることもある。さらに軟弱地盤が地震や他の振動によって液状化して、構造物に大きな被害を及ぼすことがあり、液状化防止の対策も要望されている。

【0003】振動障害を防止する一方法として、振動を発する基礎構造物の周囲にトレーナーを設ける場合がある。しかしこの方法では、完全なトレーナーを保持することは実際には不可能なため、土留や支保部材を設置する必要があるが、土留などによって制振効果が減少するうえ、トレーナー部分の土地利用ができなくなる欠点がある。

【0004】又、剛性の高い地中鉛直壁を、振動を発する基礎構造物の周囲に設置する方法もある。しかしこの方法も水道管などの地中埋設物への対策の必要や、コストが嵩むなどの欠点がある。

【0005】本出願人は、上記従来方法の欠点を解消するため、発明の名称を「埋設平板ブロックによる制振方法」として先に特許出願をし(特願平5-172363)、特許された(特許第2850187号)。その特徴は、「振動を発する又は振動を受ける基礎構造物の下

方の地中、或いは基礎構造物の周囲の地中に、周辺地盤より剛性の高い平板ブロックを水平方向に設ける制振方法に於いて、平板ブロックは、基礎構造物の基礎幅と同程度以上の幅と、平板ブロックの幅の1/5程度以上の厚みと、剪断波速度で周辺地盤の3~5倍以上の剛性とを有し、 $\alpha \cdot V_s / 4f$  (但し  $\alpha = 0.5 \sim 0.8$ 、 $V_s$  は地盤の剪断波速度、 $f$  は振動数) の深さに設置される」とある。前記方法は、解析結果や試験結果から、平板ブロックが鉛直壁に比べて制振効果が高いことが判明した。

【0006】しかしながら前記方法では、高圧噴射搅拌工法を使用する場合は、土被りが少ないため注入圧により上部が乱れ、機械搅拌工法を使用する場合は、地表面より搅拌を行うためやはり上部が乱れて、いずれの場合も土被り部の乱れを生じる。その結果、地表沈下の発生や、トラフィカビリティの確保が困難で作業性が悪い問題が生じた。

【0007】又、平板ブロックを一段のみ設置すると、とくに軟弱層が深い場合、下層部に対する振動抑制効果が少ないので、即ち下層部の振動が大となって液状化が発生するおそれがあった。

【0008】前記欠点を解消するため本出願人は、発明の名称を「制振及び液状化防止の地盤固結工法」として特許出願をし(特願平6-230802)、既に特許されている(特許第2764696号)。この発明は、「振動を発する又は振動を受ける基礎構造物の下方或いは周囲の地中若しくは内部に、地盤固結工法により周辺地盤より高強度の固結地盤を造成し、固結地盤の上層の土被り部を、固結地盤より低強度で改良する」として特徴がある。

【0009】この固結工法によると、土被り部を低強度改良により制振効果を損なうことなく、地表面沈下の防止とともにトラフィカビリティを確保でき、コスト減、工期短縮を図ることができた。

【0010】しかし前記固結工法は、改良容積比率をできるだけ小さくし、固結地盤を構成する各固結体、例えば柱状固結体は、互いに接することなく間隔をおいて造成されていたので、地盤に振動が与えられると、各柱状固結体がそれぞれ単独に振動する。そのため、コスト高にはなるが改良率100%の完全に連続した平板ブロックに比べて、制振効果が劣るうえ、地盤支持力が弱く不等沈下発生などの危険性があった。

【0011】そこで、改良容積比率を小さくしたまま、地盤に振動が与えられたとき、各柱状固結体が単独で振動することを防止するとともに、地盤支持力を増大させて構造物や地盤の不等沈下を防止するため、次のような発明をし「制振及び液状化防止のための地盤固結工法」の名称で特許出願をした(特願平10-100026)。

【0012】その特徴は、「振動を発する又は振動を受

ける基礎構造物の下方の地中、或いは基礎構造物の周囲の地中、若しくは基礎構造物の内部に、周辺地盤より高強度の固結地盤を造成する地盤固結工法に於いて、固結地盤を構成する個々の柱状の固結体は、隣合う固結体と連結されて互いに連続している」ことにある。

## 【0013】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述の「埋設平板ブロックによる制振方法」、「制振及び液状化防止の地盤固結工法」では、5 Hz未満の低振動数帯域の振動に対する制振効果が低いという問題があった。従って、地震、或いは交通振動などの人工振動源に対しても、低振動数帯で卓越する地盤などに於いては、制振効果に問題が残っていた。

【0014】この発明が解決しようとする課題は、「制振及び液状化防止のための地盤固結工法」の利点を利用しながら、5 Hz未満の低振動数帯域の振動に対しも制振効果を得ることにある。

## 【0015】

【課題を解決するための手段】この発明の特徴を、図1及び図2により説明する。振動を発する又は振動を受ける基礎構造物の下方の地中、或いは基礎構造物の周囲の地中、若しくは基礎構造物の内部に、周辺地盤より高強度の固結地盤1を造成する地盤固結工法に於いて、固結地盤1を構成する柱状の固結体2は隣り合う固結体とX状に交差して連結されて連続させ、 $\lambda$ をレイリー波長、 $d_1$ を同軸方向に配置された隣同志の固結体の下端の間隔、 $d_2$ を交差する固結体の上端の間隔とすると、

波動伝播方向の改良範囲： $W \geq (1/2) \lambda$ 、又は $W \geq$ 地表面から支持層までの距離

固結体の波動伝播方向間隔： $d_1 \leq (1/2) \lambda$ かつ $d_2 \leq (1/4) \lambda$

改良の深さ方向範囲： $H \geq (1/2 \sim 1/3) \lambda$ 、又は固結体が支持層に達するまで

とする。

【0016】固結地盤1は、機械攪拌工法による地盤改良によって形成でき、又は高圧噴射攪拌工法、薬液注入工法によっても形成できる。高強度とは、固結強度が $10 \text{ Kgf/cm}^2$ 以上をいい、剪断波速度で周辺地盤の3~5倍以上である。又低強度とは、固結強度が $10 \text{ Kgf/cm}^2$ 以下で、周辺地盤強度と同程度をいう。

【0017】地震時の地盤振動の評価方法として、基盤入力動を想定する。又、杭基礎構造物の振動源に対しては基盤からの波動伝播が想定されるが、地盤振動には表層地盤の增幅特性が強く反映される。本発明は、固結体をX状に配列することにより、水平方向の地盤振動を固結体の軸方向抵抗で抑制するものである。

【0018】なお、このように固結体をX状に配置した場合、地盤振動が発生すると水平方向の地盤変位を生じるため、軸方向が一方向、例えば右下がりの固結体には圧縮力が、別方向、例えば左下がりの固結体には引張力

が作用する。そして、その変位は往復運動を繰り返すため、それぞれの固結体には圧縮力、引張力が交互に作用する。

【0019】従って、圧縮力、引張力の何方に対しても耐え得る剛性を確保することが好ましく、図3で示すように、固結体2には鋼棒等の剛性の高い心材2'を設置して、圧縮力には固結体自体の剛性で、引張力を心材で負担させる。

## 【0020】

【発明の実施の形態】図4は、支持層5に達するコンクリート杭4に支持された高架橋基礎3に、この発明を実施した場合を示す。水平載荷幅Aは12.00m、高架橋基礎3の下面の地表(GL)からの深さBは2.50m、コンクリート杭4の長さは14.5mである。なお、コンクリート杭4の太さは1000mmで、図示例の場合16本が用いられている。

【0021】固結地盤1は、地上で機械攪拌工法により造成され、隣り合う柱状の固結体2はX状に交差して連結されて連続する。この固結体2の直径700mmで、固結体の硬化前に、直径32mmの鋼棒が心材として中心に挿入されて固結体に固着されている。なお、機械攪拌工法に替えて木杭や既製コンクリート杭を利用することも可能である。

【0022】波動伝播方向の改良範囲Wは35.00m、固結体の波動伝播方向間隔は、 $d_1$ （同方向に配置された隣同志の固結体の下端の間隔）が7.00m、 $d_2$ （交差する固結体の上端の間隔）が4.00mである。又、改良の深さ方向範囲Hは9.00mである。そして固結体2の設置角度、即ち固結体2の波動伝播方向設置角 $\theta_1$ は45°である。なお、この $\theta_1$ は図示例のように部分的地中深部加振源（杭基礎等）を対象とする場合は、コンクリート杭4の下端部から、波動伝播方向改良範囲である固結地盤1の中央（ $W/2 = 17.50 \text{ m}$ ）を結ぶ線と、水平線とがなす角を波動伝播方向設置角度 $\theta_2$ と同じ角度45°とする。又、図示しない地表面加振源、或いは地震を対象とするものは45°とする。

【0023】図4は2.5Hzの低振動数帯域を対象として、 $\lambda = 60 \text{ m}$ とした場合の固結地盤を形成したものであるが、同一地盤内に高振動数帯域を対象とした固結地盤をこれに組み合わせて広範囲の振動数帯域に対応することも可能である。

【0024】次に、図示例の場合に於ける制振効果を図5ないし図7に示す。なお、図4中想像線で示す、埋設平板ブロック6（前述の特許第2850187号工法参照）を比較のため設置した。この平板ブロック6は、地表からの深さ1.5m、長さ22.0m、厚み2.0mのものである。

【0025】図5、図6は水平載荷による水平変位応答をあらわすもので、実線は地盤改良のない場合、鎖線は

平板ブロックを設置した場合、一点鎖線は固結体をX状に設置した場合を、いずれも示す。図5で示す振動数  $f = 2.5 \text{ Hz}$  では、平板ブロックを設置した場合は、固結地盤による地盤改良がない場合と殆ど同様で、制振効果は得られない。しかし、固結体をX状に連結した場合には、制振効果が顕著である。

【0026】図6は振動数  $f = 5.0 \text{ Hz}$  の場合を示す。この場合、平板ブロックでも振源からの距離が15m程度までは制振効果が得られるが、固結体をX状に連結した場合には、20m以上まで制振効果が得られる。

【0027】図7は、固結体に心材を挿入した場合に於ける地表面振幅の低減率を示す。図中太い実線aと細い実線bとは心材がある場合、太い鎖線cと細い鎖線dとは心材のない場合をあらわす。又、太い実線aと太い鎖線cとは前記d1が5.00mの場合を、細い実線bと細い鎖線dとは前記d1が7.00mの場合をそれぞれ示す。概ね心材がある方が低減率が大きく、心材の効果は明らかである。

【0028】

【発明の効果】低振動数帯域の抑制効果が高く、地中深部からの振動伝播に対する効果も高いことから、地表面加振源だけでなく、地震などによる液状化対策や、杭基礎構造物を加振源とする振動源への適用など適用範囲の拡大が図られる。

【0029】比較的粗に固結体を造成するため、工期は\*

\*短く、公費は安くてすむ。

【0030】改良範囲の上部に構造物を構築する場合は、地盤支持力の増大や不等沈下を防止できる。

【0031】同一地盤内に於いて、低振動数帯域から高振動数帯域を対象とした固結地盤を組み合わせることにより、広振動数帯域の制振効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】固結体をX状に連結した側面図である。

【図2】図1の平面図である。

10 【図3】心材を挿入した固結体の一部欠截側面図である。

【図4】高架橋基礎に本発明を実施した場合の側面図である。

【図5】図4で示す実施の形態で、振動数  $f = 2.5 \text{ Hz}$  に於ける水平変位応答図である。

【図6】図4で示す実施の形態で、振動数  $f = 5.0 \text{ Hz}$  に於ける水平変位応答図である。

【図7】図4で示す実施の形態で、固結体による地表面振幅の低減率図である。

【符号の説明】

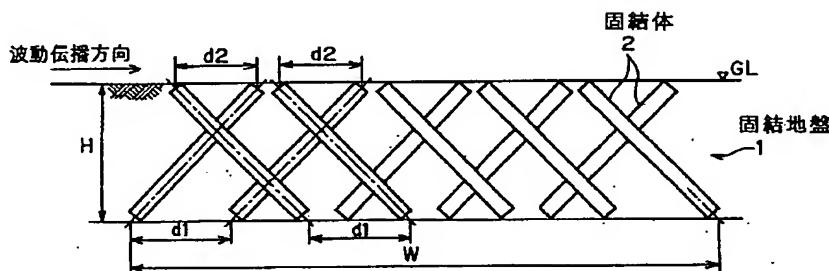
1 固結地盤

2 固結体

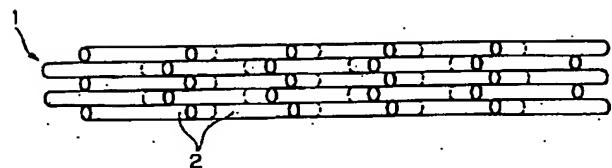
3 高架橋基礎

6 平板ブロック

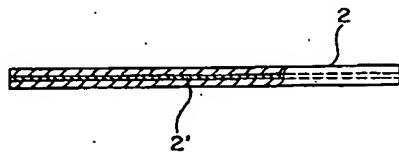
【図1】



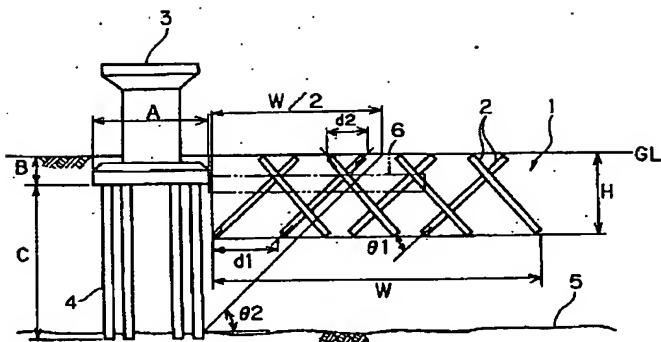
【図2】



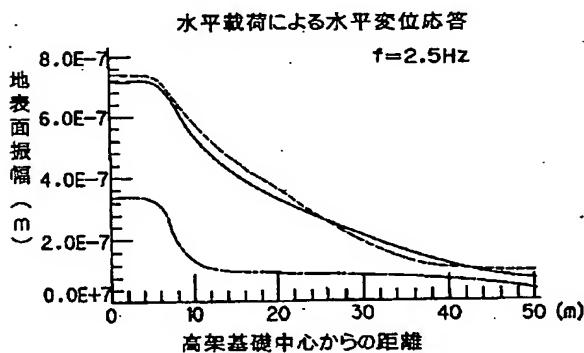
【図3】



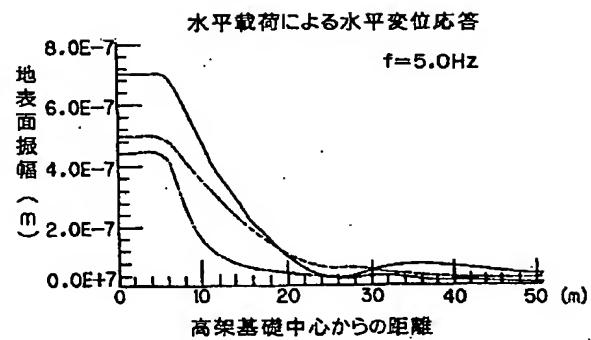
【図4】



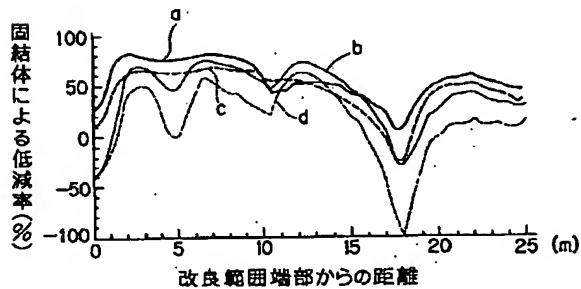
【図5】



【図6】



【図7】



## 【手続補正書】

【提出日】平成11年5月28日(1999.5.28)

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0022

【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0022】波動伝播方向の改良範囲Wは35.00m、固結体の波動伝播方向間隔は、d1(同方向に配置された隣同志の固結体の下端の間隔)が7.00m、d2(交差する固結体の上端の間隔)が4.00mである。又、改良の深さ方向範囲Hは9.00mである。そ

して固結体2の設置角度、即ち固結体2の波動伝播方向設置角 $\theta_1$ は45°である。なお、この $\theta_1$ は図示例のように部分的地中深部加振源（杭基礎等）を対象とする場合は、コンクリート杭4の下端部から、波動伝播方向\*

\* 改良範囲である固結地盤1の中央（ $W/2 = 17.50$ m）を結ぶ線と、水平線とがなす角 $\theta_2$ と同じ角度45°とする。又、図示しない地表面加振源、或いは地震を対象とするものは45°とする。

---

#### フロントページの続き

(72)発明者 成瀬 龍一郎  
岡山県岡山市惣川136番地の1

(72)発明者 橋本 光則  
岡山県岡山市津島新野2丁目2番20号  
F ターム(参考) 2D046 DA17